

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Синтез довільної тригерної структури

1. Мета роботи

Вивчити методику синтезу довільної тригерної структури, навчитися проектувати принципові схеми тригерних структур та досліджувати їх роботу .

2. Короткі теоретичні відомості

Методика синтезу довільної тригерної структури

Універсальні D- і JK- тригери широко використовуються при побудові лічильників, регістрів, цифрових автоматів, довільних тригерних структур та інших вузлів цифрових пристроїв.

Методика синтезу вузлів на основі застосування універсальних тригерів полягає в одержанні для всіх входів тригерів мінімальних функцій збудження, які являються основою для побудови функціональної схеми вузла.

Функції збудження формуються комбінаційною схемою і при приході наступного тактового сигналу тригери переводяться в новий стан. Вид функцій збудження залежить від типу тригера. Тому допоміжною інформацією при синтезі виступають таблиці переходів різних типів тригерів (табл. 1).

Таблиця 1 Таблиці переходів для різних типів тригерів

Q^t	Q^{t+1}	Тип тригера					
		D	T	$R - S$		$J - K$	
		D^t	T^t	R^t	S^t	J^t	K^t
0	0	0	0	*	0	0	*
0	1	1	1	0	1	1	*
1	0	0	1	1	0	*	1
1	1	1	0	0	*	*	0

В перших двох стовпчиках таблиці наведені всі чотири можливі переходи тригера з одного стану в інший. В наступних стовпчиках для вказаних типів тригерів приведені входні сигнали, які забезпечують відповідний перехід. Зірочкою, як і раніше, помічені сигнали, які можуть приймати любе значення (нуль або одиниця).

Для знаходження функції збудження тригера вузла, що синтезується, необхідно скласти його таблицю переходів (табл. 2).

Таблиця 2 Таблиця переходів

Входи в момент часу t			Стан тригера		Сигнали на входах тригера		
x_1	...	x_n	Q^t	Q^{t+1}	φ_1	...	φ_m

В наведеній таблиці x_1, \dots, x_n - це входні управляючі сигнали для схеми, що синтезується. Число їх залежить від призначення схеми і її функцій. Сигнали

$\varphi_1, \dots, \varphi_m$ визначають функції збудження для кожного управляючого входу тригера, їх можна нанести на карту Карно, виконати мінімізацію і одержати мінімальні функції збудження у заданій формі. Реалізація схем для мінімальних форм розглянута раніше.

Послідовність дій розглянемо на прикладі синтезу довільної тригерної структури із трьома входами x_1 , і x_2 , яка функціонує згідно з табл. 3.

Таблиця 3

t			t+1
X_1	X_2	X_3	D
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	Q^T
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	Q^T
1	1	0	$\overline{Q^T}$
1	1	1	*

Синтез виконаємо універсального D-тригера, який тактується перепадом 01.

Згідно з розглянутими правилами і, використовуючи табл. 1, запишемо таблицю переходів структури, що синтезується (табл. 4).

Набор	X_1	X_2	X_3	Q^T	Q^{T+1}	D
0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1
2	0	0	1	0	0	0
3	0	0	1	1	0	0
4	0	1	0	0	0	0
5	0	1	0	1	1	1
6	0	1	1	0	1	1
7	0	1	1	1	1	1
8	1	0	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0
10	1	0	1	0	0	0
11	1	0	1	1	1	1
12	1	1	0	0	1	1
13	1	1	0	1	0	0
14	1	1	1	0	*	1
15	1	1	1	1	*	1

Використовуючи карту Карно для 4-х змінних, виконаємо мінімізацію для запису мінімальної форми функції збудження.

Для D - тригера отримаємо:

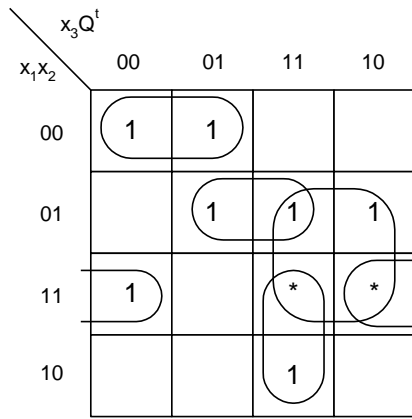
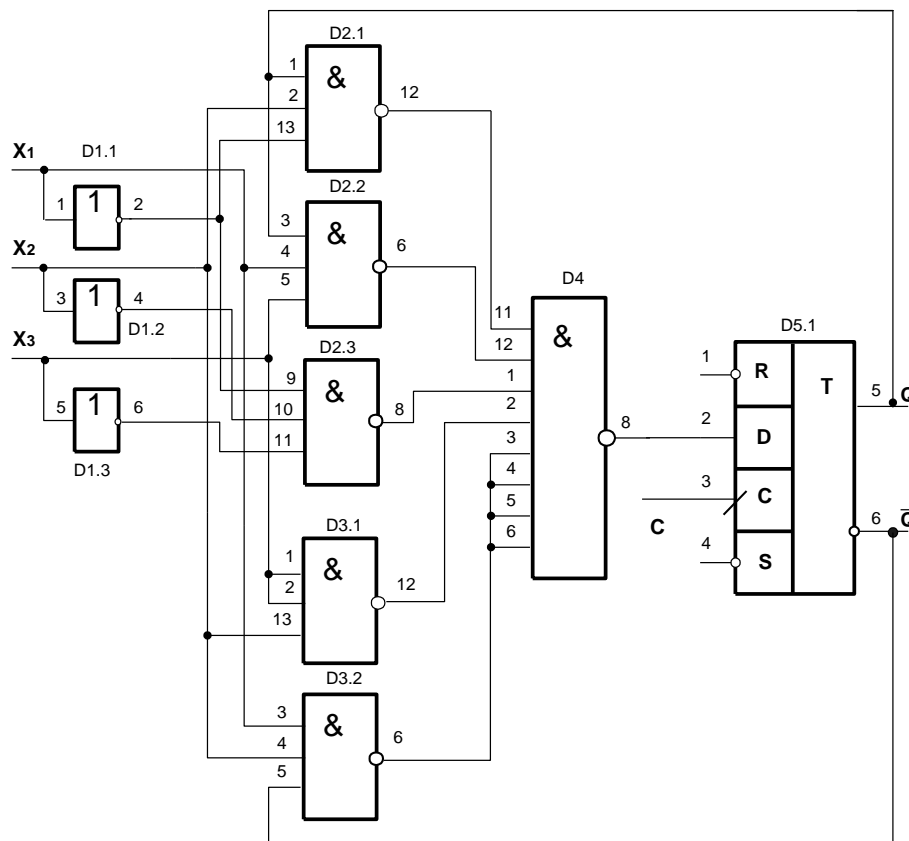


Рисунок 1. Карта Карно при використанні D – тригера

Звідси

$$D = \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} + \overline{x_1} x_2 Q_t + x_1 \overline{x_2} Q_t + x_1 x_3 Q_t + x_2 x_3 = \overline{x_1 x_2 x_3} \cdot \overline{x_1 x_2 Q_t} \cdot \overline{x_1 x_2 Q_t} \cdot \overline{x_1 x_3 Q_t} \cdot \overline{x_2 x_3}$$

Функціональна схема для реалізації заданої тригерної структури зображена на рис. 2.



D1- K555ЛН1, D2,D3 - K555ЛA4, D4- K555ЛA2, D5- K555ТM2

Рисунок 2. Функціональна схема для реалізації заданої тригерної структури

3. Підготовка до роботи

При підготовці до роботи необхідно:

- ознайомитись з рекомендованою літературою;
- вивчити короткі теоретичні відомості;

4. Порядок роботи:

1. Згідно з заданим викладачем варіантом і, використовуючи табл. 1, записати таблицю переходів структури, що синтезується.
2. Використовуючи карту Карно для 4-х змінних, виконати мінімізацію для запису мінімальної форми функції збудження.
3. Перевести отриманий вираз для мінімальної форми в базис І-НІ для реалізації тригерної структури.
4. Вибрати серію мікросхем і типи логічних елементів для реалізації тригерної структури.
5. Побудувати принципову електричну схему для реалізації заданої тригерної структури.
6. Виконати дослідження тригерної структури за допомогою програми Electronics Workbench.

Порядок виконання роботи в програмі Electronics Workbench

1. Запустіть Electronics Workbench.
2. Підготуйте новий файл для роботи. Для цього необхідно виконати такі операції з меню: File/New і File/Save as. При виконанні операції Save as буде необхідно вказати ім'я файлу і каталог, у якому буде зберігатися схема.
3. Перенесіть необхідні елементи з заданої схеми на робочу область Electronics Workbench. Для цього необхідно вибрати розділ на панелі інструментів (Logic Gates, Instruments), у якому знаходиться потрібний вам елемент, потім перенести його на робочу область.
4. З'єднайте контакти елементів і розташуйте елементи в робочій області для одержання необхідної вам схеми. Для з'єднання двох контактів необхідно клацнути на один з контактів лівою кнопкою миші і, не відпускаючи клавішу, довести курсор до другого контакту. У разі потреби можна додати додаткові вузли (розгалуження). Натисканням на елементі правою кнопкою миші можна одержати швидкий доступ до найпростіших операцій над положенням елементу, таким як обертання (rotate), розворот (flip), копіювання/вирізання (copy/cut), вставка (paste).
5. Коли схема зібрана і готова до запуску, натисніть кнопку запуску на панелі інструментів.

Приклад роботи програми для тригерної структури наведено на рис. 3.

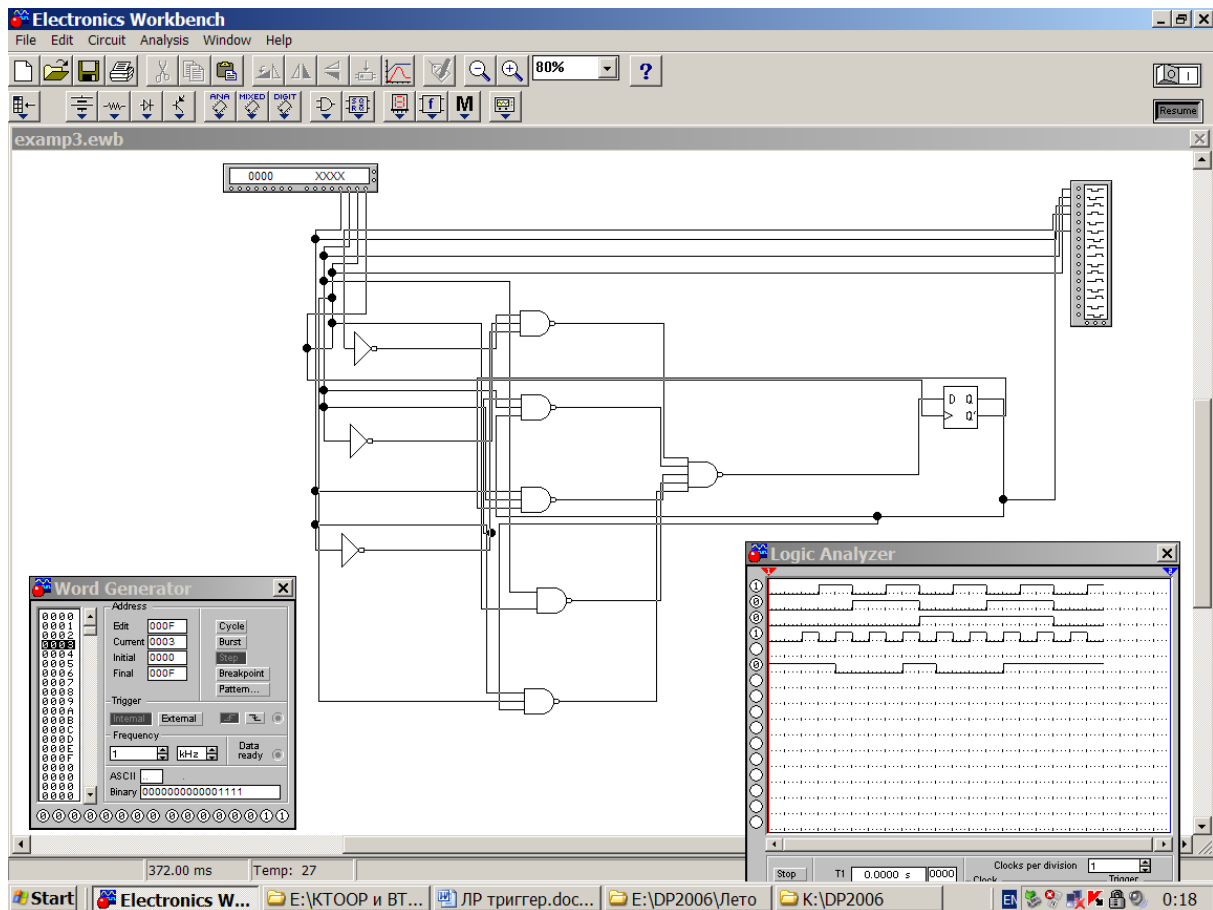


Рисунок 3. Приклад роботи програми

5. Зміст звіту

1. Назва та мета роботи.
2. Таблиця переходів заданої тригерної структури.
3. Мінімізація заданої тригерної структури за допомогою карти Карно.
4. Структурну та електричну принципові схеми заданої тригерної структури на елементах малого ступеню інтеграції та на тригері.
5. Результати дослідження тригерної структури в програмі Electronics Workbench.
6. Висновки по роботі.

6. Контрольні запитання

1. Дайте визначення тригеру.
2. Які входи є у тригерів.
3. Чим відрізняються синхронні тригери від асинхронних.
4. Назвіть типи тригерів
5. Чому JK-тригер має назву універсального.
6. Де застосовуються тригери.

Таблиця 3

<i>t</i>			<i>t+1</i>									
<i>x</i> ₁	<i>x</i> ₂	<i>x</i> ₃	Значення виходу для відповідного варіанту									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
0	0	0	\bar{Q}^t	Q^t	Q^t	0	1	1	1	1	*	Q^t
0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	\bar{Q}^t
0	1	0	\bar{Q}^t	Q^t	\bar{Q}^t	Q^t	Q^t	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	Q^t	0
1	0	0	Q^t	\bar{Q}^t	Q^t	1	0	Q^t	Q^t	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	Q^t
1	0	1	1	0	0	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	0	0	1	*	1
1	1	0	Q^t	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	Q^t	0	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	Q^t	0	\bar{Q}^t
1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0

<i>t</i>			<i>t+1</i>									
<i>x</i> ₁	<i>x</i> ₂	<i>x</i> ₃	Значення виходу для відповідного варіанту									
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
0	0	0	1	1	1	1	*	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	Q^t	Q^t	*	Q^t	1	Q^t	\bar{Q}^t	Q^t	Q^t	1
0	1	1	1	0	Q^t	1	0	0	1	\bar{Q}^t	0	0
1	0	0	0	1	\bar{Q}^t	0	Q^t	1	0	1	1	0
1	0	1	Q^t	Q^t	1	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	Q^t	0	\bar{Q}^t	1
1	1	0	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	0	\bar{Q}^t	0	Q^t	1	Q^t	0	Q^t
1	1	1	*	1	\bar{Q}^t	1	1	0	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	0	0

t			$t+1$									
x_1	x_2	x_3	Значення виходу для відповідного варіанту									
			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
			D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
0	0	0	Q^t	0	0	1	0	Q^t	\bar{Q}^t	*	0	1
0	0	1	\bar{Q}^t	1	*	0	1	1	1	1	*	*
0	1	0	0	Q^t	1	1	0	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	*	1	0
0	1	1	0	\bar{Q}^t	Q^t	0	1	0	0	0	*	*
1	0	0	1	1	*	Q^t	Q^t	*	1	Q^t	Q^t	\bar{Q}^t
1	0	1	1	0	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	1	*	1	\bar{Q}^t	Q^t
1	1	0	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	1	1	0	Q^t	Q^t	\bar{Q}^t	0	1
1	1	1	Q^t	Q^t	0	0	1	0	1	0	1	0

t			$t+1$									
x_1	x_2	x_3	Значення виходу для відповідного варіанту									
			31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
			D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
0	0	0	1	0	Q^t	0	1	0	*	0	1	Q^t
0	0	1	0	1	\bar{Q}^t	1	0	1	0	1	0	\bar{Q}^t
0	1	0	Q^t	\bar{Q}^t	1	\bar{Q}^t	*	Q^t	1	0	1	Q^t
0	1	1	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	1	*	Q^t	\bar{Q}^t	Q^t	1	0	\bar{Q}^t
1	0	0	0	Q^t	0	Q^t	\bar{Q}^t	1	\bar{Q}^t	0	1	Q^t
1	0	1	Q^t	\bar{Q}^t	0	1	1	0	1	1	0	\bar{Q}^t
1	1	0	1	0	\bar{Q}^t	\bar{Q}^t	Q^t	Q^t	0	0	\bar{Q}^t	1
1	1	1	0	1	Q^t	0	0	\bar{Q}^t	1	\bar{Q}^t	Q^t	0